

تخمین تابع تولید، در بیمارستان های وابسته به دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

محمد هادیان^۱ / محمود رضا گوهری^۲ / محمود یوسفی^۳

چکیده

مقدمه: بیمارستان ها به عنوان پرهزینه ترین و مهمترین اجزای نظام مراقبت پزشکی مطرح هستند، بنابراین باز شناخت اقتصادی این بخش از اهمیت خاصی برخوردار است.

روش بررسی: مطالعه حاضر به منظور تخمین تابع تولید بیمارستان های دانشگاه علوم پزشکی ارومیه، با استفاده از داده های تابلویی طی یک دوره ۶ ساله در سطح ۱۶ بیمارستان طراحی شده است. در این مطالعه، برای تخمین از تابع کاب - داگلاس استفاده گردید. متغیر وابسته در این تابع تعداد بستری شدگان به عنوان تولید، و متغیرهای توضیحی شامل تعداد پزشکان، تعداد پرستاران، تعداد سایر کارکنان، تعداد تخت ها، و متوسط مدت اقامت است.

یافته ها: کشش مربوط به نیروی پزشک $E_{Y,P}=1/0.8$ ، نیروی پرستار $E_{Y,N}=2/4$ ، تعداد تخت $E_{Y,B}=1/4$ و سایر کارکنان $E_{Y,PP}=2/8$ است. در گام بعدی تولید نهایی برای پزشک $MP_P=391$ ، پرستار $MP_N=244$ ، تخت فعال $MP_B=103$ ، و سایر کارکنان $MP_{PP}=273$ به دست آمد. ضریب تابع برابر با $\epsilon=8/6$ است و بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است. نرخ نهایی جانشینی فنی (Pooling) بین عوامل تولید عبارتند از: $MRTS_{P,N}=1/6$ ، $MRTS_{P,B}=1/4$ ، $MRTS_{P,PP}=1/4$ ، $MRTS_{N,B}=2/3$ ، $MRTS_{N,PP}=2/6$ ، $MRTS_{B,PP}=2/6$ ، $MRTS_{B,N}=2/3$ ،

نتیجه گیری: بیشترین کشش تولید مربوط به عامل تولید پرستار و بعد به ترتیب مربوط به سایر کارکنان، تخت و پزشک است. بنابراین مدیران در تصمیمات کوتاه مدت خود مبنی بر پاسخدهی به افزایش تقاضا برای خدمات، کشش عوامل تولید را مد نظر قرار دهند. تولید نهایی عوامل تولید، نقش و اهمیت فوق العاده پزشکان را در تولید آشکار می سازد. مدیران با توجه به نرخ نهایی جانشینی فنی بین عوامل تولید، در شرایط کمبود هر یک از منابع و عدم دسترسی به منابع، می توانند عوامل تولید را جایگزین کنند به طوری که تولید کل ثابت بماند. با توجه به اینکه بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است، لذا در طولانی مدت حالتی انحصاری بر بازار بیمارستان های مذکور حاکم است، بنابراین برای تحقق مسئله عدالت دخالت دولت در بازار بیمارستان های مذکور ضروری است.

کلید واژه ها: تابع تولید، داده های تابلویی، تولید نهایی، نرخ نهایی جانشینی فنی، بازدهی نسبت به مقیاس

✧ وصول مقاله: ۸۶/۲/۸، اصلاح نهایی: ۸۶/۵/۲، پذیرش مقاله: ۸۶/۷/۳

۱- استادیار گروه اقتصاد بهداشت، دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، نویسنده مسئول (Email: hadianmohamad@yahoo.com)

۲- استادیار گروه آمار زیستی، دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳- کارشناس ارشد اقتصاد بهداشت و درمان، دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

مقدمه

بخش خدمات از نظر توسعه اقتصادی و اجتماعی و توزیع امکانات رفاهی بسیار حائز اهمیت است. عدم وجود کارایی و اثربخشی خدمات، نه تنها کیفیت سطح زندگی را کاهش می‌دهد، بلکه مانع بهبود بهره‌وری در سایر بخش‌های اقتصادی، افزایش بی‌عدالتی و نابرابری‌های اجتماعی و در نتیجه بروز مشکلات سیاسی می‌شود. در این میان بخش بهداشت از مهمترین بخش‌های خدماتی و یکی از شاخص‌های توسعه و رفاه اجتماعی تلقی می‌گردد، بنابراین باز شناخت اقتصادی این بخش از اهمیت خاصی برخوردار است. بیمارستان به عنوان یکی از سازمان‌های اصلی ارائه‌دهنده خدمات بهداشتی درمانی حساسیت و اهمیت ویژه‌ای در اقتصاد بهداشت دارد. بیمارستان‌ها به عنوان پرهزینه‌ترین و از مهمترین اجزای نظام مراقبت پزشکی نیازمند توجه ویژه‌ای هستند، بطوریکه در کشورهای در حال توسعه نزدیک و حتی بیش از ۷۰ درصد سهم منابع بهداشت و درمان به خدمات بیمارستانی اختصاص دارد [۱].

بیمارستان‌ها بطور محض سطح تولید خود را کنترل نمی‌کنند، اما نسبت به تقاضای مراقبت‌های پزشکی در حوزه مربوط به خودشان واکنش نشان می‌دهند، بسیاری از بیمارستان‌ها با هدف حداکثر کردن سود به ارائه خدمات نمی‌پردازند، و ارائه خدمات در این بیمارستان‌ها براساس تقاضای خدمات پزشکی می‌باشد. اما ممکن است بعضی از بیمارستان‌ها با هدف سودآوری فعالیت کنند، لذا هرکدام از بیمارستان‌های فوق‌الذکر ممکن است با توجه به اهدافی که دارند، سطوح متفاوتی را برای تولید انتخاب کنند [۲]. تعیین این سطوح نیازمند این است که مدیران و کارشناسان بیمارستان‌ها از رابطه بین مقدار عوامل تولید و مقدار تولید آگاهی داشته باشند. انگیزه اصلی از بکارگیری شیوه‌های علمی و کاربردی در ارزیابی عملکرد و فعالیت‌های بیمارستان، استفاده بهینه از امکانات فیزیکی، تکنولوژیکی، و نیروی انسانی موجود است. یکی از راه‌های عملی در این خصوص استفاده از ابزارها

و تحلیل‌های اقتصادی است. یکی از این ابزارهای اقتصادی تخمین تابع تولید می‌باشد. در واقع تابع تولید بیمارستان، یک رابطه فنی بین ستاده‌ها و نهاده‌ها است، یعنی با تکنولوژی مفروض، از ترکیب نهاده‌های مختلف، حداکثر ستاده به دست می‌آید. [۳] پژوهش حاضر در صدد تخمین تابع مذکور برای بیمارستان‌های مورد پژوهش می‌باشد، تا اینکه ابزاری را برای اتخاذ تصمیمات اصولی و علمی در خصوص استفاده و ترکیب منابع، در بیمارستان‌های مورد پژوهش فراهم آورد.

روش پژوهش

در این پژوهش، نویسندگان با استفاده از منابع مختلف [۱۴-۴] و تجارب شخصی اقدام به طراحی روش پژوهش به شرح زیر نمودند. تابع تولید نشان‌دهنده حداکثر مقدار ستاده به ازای هر سطح از عوامل تولید (در سطح تکنولوژی موجود) می‌باشد. یک تابع تولید n نهاده‌ای به فرم صریح: $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ ، و یا فرم ضمنی: $f(x_1, x_2, \dots, x_n, y)=0$ می‌تواند نوشته شود که در هر دو فرم متغیر وابسته (تولید) و x_i ها ($i=1, 2, \dots, n$) نشان‌دهنده متغیرهای مستقل (نهاده‌های تولید) است. گاهی هم با چند نهاده مفروض، محصولات مختلفی تولید می‌شود. $f(y_1, y_2, \dots, y_m, x_1, x_2, \dots, x_n)=0$ که در آن y_j محصولات مختلف ($j=1, 2, \dots, m$) هستند. [۱۵]

با ملاحظه اینکه، محصول نهایی فرایند مراقبت بهداشتی فراهم کردن بیشترین سطح قابل حصول سلامتی است، لذا در این دیدگاه، واضح است که ستانده‌های بیمارستان دقیقاً یک نهاده حد واسط برای تولید سلامتی است.

بیمارستان، از نهاده‌هایی (از قبیل نیروی کار، تجهیزات و...) برای تولید خدماتی (از قبیل عکس‌های رادیولوژی، تست‌های آزمایشگاهی، خدمات پرستاری و غیره) که یک بیمار از بیمارستان دریافت می‌کند، استفاده می‌نماید. ستاده یک بیمارستان ترکیبی از خدمات یا تولیدات واسطه، خاص هر بیمار می‌باشد.

داده است که عملکرد تابع کاب - داگلاس اختلاف چندانی با تابع ترانسلوگ ندارد.

نهاده‌ها در این تابع شامل تعداد پزشکان، تعداد پرستاران، تعداد سایر کارکنان و تعداد تخت‌های فعال بود. متغیر توضیحی دیگر متوسط مدت اقامت بود که به منظور تعدیل تفاوت‌های ناشی از ناهمگنی خدمات در بیمارستان‌ها بررسی شد. پزشکان در دو گروه پزشکان عمومی و متخصص و کادر پرستاری نیز در گروه‌های پرستاران، بهیاران و کمک بهیاران در نظر گرفته شد.

داده‌های پژوهش از طریق فرم‌های طراحی شده جهت جمع‌آوری داده‌های واحدهای بیمارستانی ۱۶ بیمارستان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی ارومیه برای یک دوره شش ساله از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴ جمع‌آوری گردید. با توجه به مزایای روش داده‌های تابلویی (Panel data) نسبت به روش‌های سری زمانی و مطالعات مقطعی، در این تحقیق با ادغام سری‌های زمانی و مقطعی (داده‌های تابلویی) از تابع تولید کاب - داگلاس که بعد از لگاریتم‌گیری به شکل زیر تبدیل می‌شود، استفاده شد.

$$\ln y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 A_{it} + \beta_2 \ln P_{it} + \beta_3 \ln N_{it} + \beta_4 \ln B_{it} + \beta_5 \ln PP_{it} + U_{it}$$

که در آن i نشان دهنده مشاهدات مقطعی برای بیمارستان، t نشانگر دوره زمانی، a یک مقدار اسکالر، β ها نشان دهنده ضرایب متغیرهای مستقل، As نشان دهنده متوسط مدت اقامت، P تعداد پزشکان، N تعداد پرستاران، B تعداد تخت‌ها و PP نشانگر تعداد سایر کارکنان شاغل در بیمارستان (شامل پیراپزشکان و کارکنان اداری و پشتیبانی)، U_{it} نیز جزء اخلاص مدل بوده که دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت است و به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$U_{it} = \mu_i + V_{it}$$

که در آن μ_i ویژگی خاص واحدهای انفرادی (بیمارستان) است که در طول زمان ثابت می‌باشد و V_{it} برای تمامی آنها و t ها مستقل از X_{it} است. پارامترهای μ ، β ، a در مدل فوق از طریق روش

این تولیدات واسطه برای مراقبت از بیمار توسط تعدادی از بخش‌ها (از قبیل پرستاری، داروخانه و غیره) تولید می‌شود هر بخش طیفی از تولیدات واسطه را بوسیله ترکیب کردن داده‌هایی از قبیل نیروی کار و سرمایه تولید می‌کند. برای مثال عکس‌های رادیولوژی تولید واسطه بخش تشخیص تصویری محسوب می‌شود. ترکیب خاص هر یک از تولیدات واسطه‌ای بوسیله برخی خصوصیات بیمارانی که برای هر ویزیت منحصر به فرد هستند، ترسیم می‌شوند. این بخش‌های بیمارمحور علاوه بر استفاده از داده‌ها، همچنین برخی خدمات بخش‌های دیگر که مستقیماً تولیدات واسطه‌ای تولید نمی‌کنند را نیز مصرف می‌کنند، این بخش‌ها شامل بخش‌های اداری و پشتیبانی از قبیل بخش‌های مالی، پذیرش و کاخ‌داری است. [۱۶]

در بحث تولید بیمارستان‌ها، متغیرهای متعددی وجود دارد، عمده‌ترین متغیرهای اصلی که به عنوان معیار سنجش تولید در نظر گرفته می‌شود، تعداد پذیرش‌های بستری بیمارستان و دیگری پذیرش‌های سرپایی بیمارستان می‌باشد. بیمارستان مطابق امکانات تولید خود که شامل کارکنان، تجهیزات و وسایل سرمایه‌ای و سایر منابع آن است، اقدام به پذیرش بیمارانی می‌کند. با استناد به مطالعات انجام شده در این زمینه توسط Jensen, Pauly و Somanathan برای تابع تولید مفروض در این مطالعه، تعداد بستری شدگان به عنوان متغیر وابسته، یعنی به عنوان محصول تولیدی بیمارستان‌ها در نظر گرفته شد. [۳، ۱۷، ۱۸] هر چند که فرم چند محصولی نیز برای بیمارستان‌ها قابل برآورد است، ولی به لحاظ عدم دسترسی به آمارهای مربوط به پذیرش‌های سرپایی، از فرم تک محصولی استفاده شد. این پژوهش تابع دوطرف لگاریتمی کاب - داگلاس را برای تخمین مورد استفاده قرار داده است، هر چند بهتر بود از تابع انعطاف پذیر ترانسلوگ استفاده می‌شد، ولی به دلیل هم خطی متعدد بین سطوح و مجذورات نهاده‌های مختلف از این تابع استفاده نشد. همچنین سایر مطالعات انجام گرفته در رابطه با تابع تولید نشان

کل مشاهدات، R_{ur}^2 ضریب تعیین چندگانه برای رگرسیون غیرمقید، R_p^2 ضریب تعیین چندگانه برای رگرسیون مقید (pooling) است. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $(N-1, NT-N-K)$ در ناحیه بحرانی F بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد می‌شود و ناهمگنی یا اثرات انفرادی قابل مشاهده است. در نتیجه در این حالت مدل پانل کاربرد دارد. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجات آزادی یاد شده کمتر باشد، نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد، بنابراین در این حالت ناهمگنی یا اثرات انفرادی وجود ندارد و برای تخمین مدل از روش pooling استفاده می‌شود. [۲۰]

۲- اگر مشخص شود که روش تخمین باید بر اساس داده‌های تابلویی باشد در این حالت بسته به اینکه ضرایب غیرتصادفی (ثابت) یا تصادفی باشند مدل‌های اثرات ثابت یا تصادفی شکل می‌گیرد. برای اینکه مدل اثرات ثابت یا تصادفی مورد استفاده قرار گیرد از آزمون Huseman استفاده می‌شود. آماره Huseman دارای توزیع کای دو با درجه آزادی تعداد متغیرهای توضیحی (K) است. فروض این آزمون به صورت زیر مطرح می‌گردند:

$$H_0: E(u_i, X_{it}) = 0$$

$$H_1: E(u_i, X_{it}) \neq 0$$

آماره هاسمن عبارت است از:

$$H = \hat{q}' \text{Var}(\hat{q})^{-1} \hat{q}$$

$$\hat{q} = \hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}$$

$$\text{Var}(\hat{q}) = \text{Var}(\hat{\beta}_{FE}) - \text{Var}(\hat{\beta}_{RE})$$

که در آن $\hat{\beta}_{FE}$ معرف تخمین زنده‌های روش اثرات ثابت و $\hat{\beta}_{RE}$ نشان دهنده تخمین زنده‌های روش اثرات تصادفی است. اگر فرض صفر رد شود در حقیقت برابر بودن برآوردهای دو روش رد شده است و بنابراین از مدل اثرات ثابت استفاده می‌شود و اگر فرض صفر پذیرفته شود، مدل اثرات تصادفی مناسبتر است. برای آن که موضوع فوق به شیوه‌ای دیگر مطرح شود، می‌توان گفت که اگر U_i (اثرات انفرادی) و X_{it} همبستگی داشته باشند، از روش

OLS (Ordinary least squares) ، dummy variables) و LSDV (Least squares Generalized least squares) و GLS برآورد می‌شوند. در داده‌های تابلویی می‌توان تاثیر زمان یا داده‌های مقطعی را بر پارامتر ثابت (عرض از مبدا) یا شیب رگرسیون، اندازه‌گیری کرد. [۱۹] بدین خاطر حالات مختلفی برای معادله رگرسیونی به روش داده‌های تابلویی اتفاق می‌افتد که عبارتند از:

۱- حالتی که تمامی ضرایب ثابت هستند و جمله اختلال قادر است کلیه تفاوت‌های میان واحدهای مقطعی (بیمارستان‌ها) را در طول زمان توضیح دهد. در ادبیات اقتصاد سنجی به این روش pooling گفته می‌شود. در این حالت مدل زیر تخمین زده می‌شود:

$$\ln Y_{it} = \alpha^* + \sum \beta_k \ln X_{kit} + \mu_i + V_{it}$$

برای تعیین روش تخمین (داده‌های تابلویی یا pooling) باید ملاحظه کرد که آیا ناهمگنی (تفاوت) بین واحدهای انفرادی وجود دارد یا خیر؟ بدین منظور آزمون معنی داری اثرات انفرادی انجام می‌پذیرد، در صورت وجود ناهمگنی بین واحدهای انفرادی از روش داده‌های تابلویی و در غیر این صورت از روش pooling استفاده می‌شود، زیرا در حالت دوم فقط داده‌ها روی هم انباشته شده‌اند و تفاوت میان آنها نادیده انگاشته شده است. به آنها که بیانگر اثرات انفرادی یا ناهمگنی‌ها هستند متغیرهای موهومی گویند. برای آزمون معنی داری اثرات انفرادی از آزمون Freamer استفاده شده و فرض‌های زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n = 0$$

حداقل یکی از μ_i ها مخالف صفر است: H_1
آماره این آزمون عبارت است از:

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(R_{ur}^2 - R_p^2) / (N-1)}{(1 - R_{ur}^2) / (NT - N - K)}$$

که در آن K تعداد متغیرهای توضیحی مدل، N تعداد واحدهای انفرادی، T تعداد دوره‌های زمانی و NT تعداد

یافته ها

نتایج حاصل از تخمین در (جدول ۱) آورده شده است. مقدارهای داخل پرانتز در این جدول نشان دهنده آماره مربوط به متغیرها است. همان طور که مشاهده می شود، تمام ضرایب به جز ضریب مربوط به متغیر متوسط مدت اقامت، دارای علامت مورد انتظار و معنی دار می باشند، برای متغیر متوسط مدت اقامت انتظار می رود که علامت ضریب منفی باشد چون بین محصول تولید شده و متغیر مورد نظر رابطه معکوس وجود دارد، شاید دلیل معنی دار نبودن متغیر مورد نظر این است که متوسط مدت اقامت برای بیمارستان های مورد نظر برای تمام خدمات طبق دستورالعمل هایی از پیش تعیین شده است، و با توجه به اینکه اکثر بیمارستان ها خدمات یکسانی را ارائه می دهند لذا متوسط مدت اقامت بین بیمارستان ها تفاوت چندانی ندارد. ضریب تعدیل شده (\bar{R}^2) نشان می دهد که ۹۴ درصد از تغییرات کل در تعداد بستری شدگان بوسیله رگرسیون متغیر تعداد بستری شدگان روی متغیرهای توضیحی، توصیف یا تبیین می شود. همچنین برای رفع واریانس ناهمسانی احتمالی، از خطاهای استاندارد ضرایب سازگار با واریانس ناهمسانی (Heteroskedasticity-Consistent standard Errors) استفاده شده است. در این مطالعه کشش محصول نیز محاسبه گردید. از نظر ریاضی کشش محصول y برای عامل تولید x را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$E_i = \frac{\% \Delta y}{\% \Delta x_i} = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_i} = \frac{\partial y}{\partial x_i} \cdot \frac{x_i}{y} = \frac{MP_i}{AP_i}$$

لذا کشش عوامل تولید در تابع کاب - داگلاس دو طرف لگاریتمی همان ضرایب تابع هستند. جدول ۲ کشش هر یک از عوامل تولید را نشان می دهد. برای تعیین تولید نهایی هر یک از عوامل تولید، با توجه به تعریف کشش، اگر کشش هر یک از عوامل تولید را در تولید متوسط آن عامل تولید ضرب کنیم جواب حاصل برابر با تولید نهایی آن عامل تولید است. لذا در مرحله اول، تولید متوسط هر عامل تولید، با تقسیم کردن میانگین تعداد پذیرش های بستری (محصول) بر میانگین هر کدام از عوامل تولید به دست آمد، سپس، تولید نهایی هر یک از عوامل تولید محاسبه گردید. تولید نهایی هر یک از عوامل تولید در (جدول ۳) آورده شده است.

اثرات ثابت استفاده می شود و در غیر این صورت، روش اثرات تصادفی مناسب تر است. برای بررسی امکان ترکیب کردن داده های مقطعی و سری های زمانی از آزمون Freamer با درجه آزادی (N-1, NT-N-K) استفاده می شود. مدل مقید آزمون Freamer همان مدل تلفیق شده (pooled) تحت فرضیه یکسان بودن عرض از مبدا های انفرادی ($a_i = a$) در طول زمان و برای هر یک از بیمارستان ها است. از طرف دیگر مدل غیر مقید این آزمون همان معادله رفتاری است که در آن اجازه داده می شود تا عرض از مبدا ها برای هر یک از بیمارستان ها (به عنوان واحدهای انفرادی) مشخص و متمایز باشد. [۲۱]

برای به دست آوردن آماره Freamer، لازم است که از مقدار R^2 و یا پسماند های مربوط به مدل محدود شده و مدل نامحدود آگاهی داشته باشیم، لذا ابتدا مدل محدود شده و سپس مدل نامحدود (جدول ۱) برآورد گردید. نتایج این آماره نشان می دهد که با احتمال ۹۹ درصد به بالا نمی توان فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن اثرات انفرادی را رد کرد. بنابراین اختلاف و ناهمگنی هر یک از واحدها معنی دار نمی باشد. لذا روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین مورد استفاده قرار می گیرد، و تمام واحدهای انفرادی ضریب ثابت برای عرض از مبدا اتخاذ می کنند و روش pooling به عنوان روش مناسب تر و کارا تر انتخاب شد.

با توجه به اینکه در این مطالعه از دو نوع بیمارستان (آموزشی و غیر آموزشی) استفاده شد و با فرض اینکه متغیر آموزش تأثیر منفی بر میزان تولید بیمارستان دارد، انتظار می رفت بین بیمارستان ها (واحدهای انفرادی) اختلاف وجود داشته باشد اما بر اساس آزمون Freamer اختلاف بین واحدها معنی دار نبود، در توجیه این حالت می توان گفت که به دلیل اینکه اکثر بیمارستان های آموزشی از تجهیزات پیشرفته و نیروهای با تجربه برای ارائه خدمات استفاده می کنند، لذا وجود تجهیزات پیشرفته و نیروهای با تجربه در بیمارستان های آموزشی، اثر منفی آموزش بر تولید را جبران می کند. با توجه به نتایج حاصل از آزمون Freamer، مدل نهایی برای تابع مورد نظر به صورت زیر تصریح گردید:

$$\ln y_{it} = \alpha^* + \beta_1 A + \beta_2 \ln P + \beta_3 \ln N + \beta_4 \ln B + \beta_5 \ln PP + U_{it}$$

جدول ۱: نتایج حاصل از تخمین به دوروش اثرات ثابت و ترکیبی

اثرات ثابت Fixed Effects	روش داده‌های ترکیبی Pooling	متغیرهای توضیحی
-	$(-24/7) - 24/95$	مقدار ثابت C
$(-0/33) - 0/09$	$(-0/15) - 0/008$	As
$(19/5) 1/08$	$(19/4) 1/08$	LnP
$(22/7) 3/4$	$(22/6) 3/4$	LnN
$(40) 1/4$	$(40) 1/4$	LnB
$(19) 2/8$	$(21) 2/8$	LnPP
0/93	0/94	R^2
96	96	تعداد مشاهدات
338	324	آماره F (آزمون معنی‌دار بودن کلی رگرسیون)
2/5	2/5	آماره دوربین-واتسون
0/09		آماره F (Freemer)

جدول ۳: تولید نهایی هر یک از عوامل تولید

MP_{PP}	MP_P	MP_N	MP_B
273	391	244	103

$$F(m, n-k) = \frac{(R_{UR}^2 - R_R^2) / M}{(1 - R_{UR}^2) / (N - K)}$$

M تعداد محدودیت‌های خطی، K تعداد پارامترها در رگرسیون غیرمقید، N تعداد مشاهدات، علائم R_{UR}^2 و R_R^2 به ترتیب نشان دهنده ضریب تعیین رگرسیون غیرمقید و مقید است. با توجه به نتایج حاصل از دو رگرسیون مقید و غیرمقید مقدار آماره F برای این آزمون عبارت است از:

$$F(1, 90) = \frac{(0.9474 - 0.5840) / 1}{(1 - 0.9474) / (96 - 6)} = 621$$

با توجه به اینکه مقدار F بحرانی ۱ درصد برای درجه آزادی ۱ و ۹۰ برابر با ۶/۹۳ است و مقدار آن کوچکتر از آماره F است، بنابراین دلیلی برای قبول فرضیه برابری مجموع کشش‌ها (ضرایب) با واحد وجود ندارد و فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت رد می‌شود.

با محاسبات ساده ریاضی می‌توان نشان داد که نرخ نهایی جانشینی فنی (MRTS) بین عوامل تولید برابر است با نسبت تولید نهایی آن عوامل تولید نسبت به یکدیگر. بنابراین برای عوامل تولید مطرح شده در این مطالعه جدول ۴ به دست می‌آید.

جدول ۲: کشش هر یک از عوامل تولید

$E_{Y,PP}$	$E_{Y,P}$	$E_{Y,B}$	$E_{Y,N}$
2/8	1/08	1/4	3/4

بازدهی نسبت به مقیاس: مجموع کشش‌های عوامل تولید (ضریب تابع) نشان دهنده بازدهی نسبت به مقیاس می‌باشد. اگر ضریب تابع بزرگتر از یک باشد، نشان دهنده بازدهی نسبت به مقیاس صعودی و اگر برابر یک باشد نشان دهنده بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و اگر ضریب تابع کوچکتر از یک باشد نشان دهنده بازدهی نزولی نسبت به مقیاس است. با جمع زدن کشش‌ها، ضریب تابع بزرگتر از یک به دست می‌آید که نشان دهنده بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است.

برای آزمون بازدهی نسبت به مقیاس، از آزمون F حداقل

$$\varepsilon = E_{Y,P} + E_{Y,N} + E_{Y,B} + E_{Y,PP} = 1.08 + 3.4 + 1.4 + 2.8 = 8.68$$

مربعیات مقید (Restricted Least Squares) استفاده شد که فرض صفر آن عبارت است از اعمال محدودیتی مبنی بر اینکه مجموع ضرایب برابر با واحد است، یعنی بازدهی نسبت به مقیاس ثابت وجود دارد. فرض مقابل نیز عدم برابری مجموع ضرایب با واحد است. با فرض بازدهی نسبت به مقیاس ثابت برای تابع مفروض می‌توان محدودیت زیر را اعمال کرد:

$$\beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 = 1$$

آماره F برای آزمون مذکور به صورت زیر محاسبه می‌شود:

جدول ۴: نرخ نهایی جانشینی فنی بین عوامل تولید

$MRTS_{P,N}$	$MRTS_{P,B}$	$MRTS_{N,B}$	$MRTS_{P,PP}$	$MRTS_{PP,B}$	$MRTS_{PP,N}$
۱/۶	۳/۷	۲/۳	۱/۴	۲/۶	۱/۱

بحث و نتیجه گیری

نتایج مطالعه اخیر نشان می دهد که مقدار کشش برای هر یک از عوامل تولید مثبت می باشد. به عبارتی تغییرات مقدار تولید و مقدار نهاده ها هم جهت هستند. در تفسیر نتایج فوق می توان گفت که ادرصد تغییر در تعداد پرستاران موجب تغییر به اندازه ۳/۴ درصد در مقدار تولید؛ ادرصد تغییر در تعداد سایر کارکنان موجب ۲/۸ درصد تغییر در مقدار تولید بیمارستان ها؛ ۱ درصد تغییر در تعداد تخت ها موجب ۷/۴ درصد تغییر در مقدار تولید؛ و ادرصد تغییر در تعداد پزشکان موجب ۷۰/۸ درصد تغییر در مقدار تولید خواهد شد. براساس نتایج این مطالعه، تولید نهایی هر یک از عوامل تولید مثبت است. تولید نهایی پزشکان برابر با ۳۹۱ می باشد که نشانگر این مطلب است که آخرین واحد پزشک استخدام شده تولیدی برابر با ۳۹۱ واحد به تولید کل اضافه می کند. تولید نهایی مربوط به سایر کارکنان، برابر با ۲۷۳ واحد است که نشانگر این است که آخرین واحد از سایر کارکنان بکار گرفته شده تولیدی برابر با ۲۷۳ واحد به تولید کل اضافه می کند. تولید نهایی مربوط به پرستاران برابر با ۲۴۴ واحد است که نشانگر این است که آخرین واحد پرستار استخدام شده تولیدی برابر با ۲۴۴ واحد به کل تولید اضافه خواهد کرد و تولید نهایی مربوط به تخت ها برابر با ۱۰۳ واحد است و نشانگر این است که آخرین واحد تخت اضافه شده تولیدی برابر با ۱۰۳ واحد به کل تولید اضافه خواهد کرد. همچنین نتایج نشان داد که بازدهی نسبت به مقیاس در بیمارستان های مورد مطالعه صعودی است. بنابراین اگر همه عوامل تولید به یک نسبت افزایش یابند تولید بیشتر از نسبت مورد نظر افزایش خواهد یافت. وجود بازدهی نسبت به مقیاس صعودی باعث می شود که بنگاه رقابتی نتواند شکل گیرد و بازار رقابت انحصاری شود (زیرا هزینه نهایی همیشه کمتر از هزینه متوسط است پس اگر بازار رقابتی کامل باشد، قیمت کمتر از هزینه متوسط است و بنگاه ها ضرر می کنند) به این وضعیت انحصار طبیعی گفته می شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که $MRTS$ بین پزشک و پرستار ۷/۶ است، یعنی برای به دست آوردن یک واحد پزشک، حاضر هستیم که ۷/۶ واحد پرستار از دست بدهیم به طوری که تولید ثابت می ماند. به عبارت دیگر اگر یک واحد پزشک را با ۷/۶ واحد پرستار جایگزین کنیم تولید هیچ تغییری نخواهد کرد. $MRTS$ بین پزشک و تخت برابر با ۳/۷ است، یعنی اگر یک واحد پزشک را با ۳/۷ واحد تخت، جایگزین کنیم، تولید ثابت باقی خواهد ماند. $MRTS$ بین پرستار و تخت برابر با ۲/۳ است، لذا اگر یک واحد پرستار را با ۲/۳ واحد تخت جایگزین کنیم تولید ثابت خواهد ماند. $MRTS$ بین پزشک و سایر کارکنان برابر با ۷/۴ است، لذا اگر یک واحد پزشک را با ۷/۴ واحد از سایر کارکنان جایگزین کنیم، تولید ثابت خواهد ماند. $MRTS$ بین سایر کارکنان و تخت برابر با ۲/۶ است، لذا اگر یک واحد از سایر کارکنان را با ۲/۶ واحد تخت جایگزین کنیم، تولید ثابت خواهد ماند. $MRTS$ بین سایر کارکنان و پرستاران برابر با ۱۷۱ است و لذا اگر یک واحد از سایر کارکنان را با ۱۷۱ واحد پرستار جایگزین کنیم، تولید ثابت خواهد ماند. یافته های این پژوهش نشان می دهد که حساسیت (کشش) تولیدی برای پرستاران نسبت به عوامل تولید دیگر بیشترین مقدار است، لذا مدیران و برنامه ریزان بیمارستان های مذکور در تصمیم گیری های خود مبنی بر پاسخگویی به افزایش تقاضا سریعترین راه برای پاسخگویی به تغییرات تقاضا از طریق تغییر در نسبت عوامل تولید موجود، تغییر در درصد پرستاران، بعد از آن به ترتیب، عامل سایر کارکنان، تخت و پزشک را مد نظر قرار دهند. همچنین مدیران باید در تصمیم گیری مبنی بر تعدیل در عوامل تولید به اثرات این تعدیلات با توجه به کشش هر یک از عوامل تولید توجه داشته باشند.

تعیین تولید نهایی عوامل تولید نقش و اهمیت فوق العاده پزشکان را در تولید بیمارستان نشان می دهد. با توجه به اینکه بازدهی نسبت به مقیاس در بیمارستان های مورد مطالعه صعودی است، لذا منحنی هزینه متوسط بلند مدت برای بیمارستان های مذکور نزولی است. نزولی بودن منحنی هزینه

9. Arrow CH, Menhas B, Solow R. Capital labor substitution and economic efficiency. Review of Economics and Statistics 1961; 45: 225- 247.
10. Earl G. Microeconomics. University of Illinois at Urban Champaign, 1994.
11. Evans B, David A, Tandon C, Muray JL, Lauer JA. The comparative efficiency of national health systems in producing health: An analysis of 191 countries. GPE Discussion Paper, 2002; 29: 1-19.
12. Hoffer R.A, Folland S.T. Technical and allocative inefficiencies of United States hospitals under a stochastic frontier approach. Midwest Economics Association 55th Annual Meeting, Working paper. No. 99, Rochester, Michigan, 1991.
13. Sherman F. The economics of health and health care, New Jersey.
14. WHO. Report on WHO meeting of experts on the measurement of efficiency of health systems, USA, 08 January, 2001.
۱۵. عاقلی کهنه شهری لطفعلی. اقتصاد سلامت. نشر نور علم، همدان، ۱۳۸۳.
۱۶. حق پرست حسن. تخمین تابع تولید بیمارستان های عمومی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی و درمانی ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشکده مدیریت و اطلاع رسانی پزشکی دانشگاه علوم پزشکی ایران، ۱۳۸۲.
17. Jensen G.A, Morrissey M.A. Medical staff specialty mix and hospital production. Journal of Health Economics 1986; 5: 250- 270.
18. Somanathan A, Hanson K, Dorabawila T, Perera B. Operating efficiency in public sector health facilities in Sri Lanka, measurement and institutional determinants of performance. Small Applied Research Paper 2000;12: 50-80.
19. Baltagi B.H. Econometrics. New York: Springer, 1999.
20. Green H. William. Econometric Analysis. 3rd Edition, USA: New York University, 1998.
۲۱. ریسی اردلی غلامعلی، کلباسی حسن، ریسی مهدی. بررسی عوامل خاص کشوری تعیین کننده تجارت درون صنعت ایران. مجله تحقیقات اقتصادی ۱۳۸۲؛ ۶۷: ۳۸-۵۹.

متوسط بلند مدت باعث می شود که بازار رقابتی نتواند شکل گیرد و یک وضعیت انحصاری که به آن انحصار طبیعی گفته می شود شکل بگیرد. با توجه به اینکه در ارائه خدمات در نظام سلامت مقوله عدالت همواره به موازات مقوله کارایی مطرح می شود، لذا حضور و دخالت دولت برای کنترل انحصارگران لازم و ضروری به نظر می رسد. در غیر این صورت با توجه به اینکه هزینه های متوسط بلند مدت نزولی هستند، تولیدکنندگان بزرگتر قیمت شکنی می کنند و تولید کنندگان خرد را از بازار بیرون می کنند و این مسئله با توجه به اینکه اکثر تولیدکنندگان (بیمارستان های) کوچک در مناطق کم درآمد قرار دارند، بیشتر اهمیت می یابد. نتیجه اینکه مراقبت های بیمارستانی اگر تماماً به دست بازار واگذار شود، مسئله عدالت تحقق نخواهد یافت. در این مطالعه نرخ نهایی جانشینی فنی (MRTS) بین عوامل تولید برآورد شد، مدیران بیمارستان های مورد مطالعه، با آگاهی از این نرخ های می توانند در شرایط کمبود هر یک از عوامل تولید یا در شرایط وجود بحران های مالی به لحاظ دسترسی به عوامل تولید، عوامل گوناگون را جایگزین یکدیگر کنند به طوری که مقدار تولید ثابت بماند. ♦

فهرست منابع

۱. صدقیانی ابراهیم. سازمان و مدیریت بیمارستان. جهان رایانه، تهران، ۱۳۷۷.
2. Wang J. Estimation of hospital cost functions and efficiency measurement. China Center for Economic Research 2001; no.2001004:1-27.
3. Pauly MW. Medical staff characteristics and hospital costs. Journal of Human Resources 1978; 13: 77-114.
۴. آصف زاده سعید. مبانی اقتصاد بهداشت و درمان. دانشگاه علوم پزشکی قزوین، ۱۳۸۲.
۵. سالواتوره دمینیکی. نظریه و مسائل اقتصاد خرد. مترجم: سبحانی حسن. نشرنی، تهران، ۱۳۷۸.
۶. شیرین یخش شمس اله. کاربرد Eviews در اقتصادسنجی. پژوهشکده امور اقتصادی، تهران، ۱۳۸۴.
۷. فیلیپس چارلز. اقتصاد بهداشت. مترجم: عسگری منوچهر. نشر اقتصاد نو، تهران، ۱۳۷۶.
۸. هندرسن جیمز، ریچارد ا. کوانت. تئوری اقتصاد خرد. مترجم: قرباغان مرتضی، پژوهان جمشید. موسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران، ۱۳۸۲.



The estimation of production function in Orumieh Medical Sciences University hospitals

Hadian M.¹ / gohari M.R.² / Yosefi M.³

Abstract

Introduction: Hospital is known as an important and the most costly performing unit of health care systems, therefore, economic analysis of this unit is very important

Methods: This study designed to estimate hospital production function in Orumieh Medical Sciences University hospital's. for this study 16 hospitals were studied. We used panel data for estimation of mentioned function, data were gathered from 2000 to 2006. A double-logged form of the Cobb-Douglas production function has been estimated. The dependent variable is inpatient admissions, the explanatory variables that are included are the number of doctors, nurses, beds, other staffs and average length of stay (ALOS).

Results: As a result of study the elasticity of doctors is $E_{Y,P}=1.08$, the elasticity of nurses is $E_{Y,N}=3.4$, the elasticity of beds is $E_{Y,B}=1.4$, and the elasticity of other staffs is $E_{Y,PP}=2.8$. There was not significant correlation between ALOS and the number of admission. The marginal production of inputs are $MP_P=391$, $MP_N=244$, $MP_B=103$, $MP_{PP}=273$, and, there is an increasing return to scale. Also, we have investigated *MRTS* between production factors.

Conclusion: Results of this study show that, the maximum elasticity is attributable to the number of nurses and then respectively to, other staffs, beds and doctors. The marginal production of inputs shows an important role of doctors in production. The decision makers, in critical circumstances can substitute inputs with considering *MRTS* between inputs. There is an increasing economic of scale and in long-term there will be a monopolistic competition market, therefore, for achievement to equity issue, the intervention of government in this hospitals market is necessary.

Keyword: *Production function, Panel data, Marginal production, Marginal rate of technical substitution, Return to scale.*

1. Assistant professor, School of Nursing, Iran University of Medical Sciences

2. Assistant professor, School of Management and Medical Information Sciences, Iran University of Medical Sciences

3. Ms. in Nursing, School of Nursing, Iran University of Medical Sciences

